

生物学试题参考答案及解析

一、选择题(每小题 3 分,共 48 分)

1. 答案:D

解析:双缩脲试剂能检测牛乳中的蛋白质,但不能检测含量,且乳铁蛋白只是牛奶中的一种蛋白质,故 A 错误;由题目可知,乳铁蛋白中的铁元素以一种特殊的方式结合在蛋白质分子中,说明铁元素没有位于 R 基上,故 B 错误;沸水会破坏蛋白质的空间结构,使蛋白质变性,蛋白酶才能促进蛋白质分解,故 C 错误;必需氨基酸的种类越丰富,数量越多的牛乳营养价值越高,故 D 正确。

2. 答案:B

解析:CMCDDS 是模拟细胞内吞过程包裹纳米颗粒,因此 CMCDDS 包裹纳米颗粒时利用了细胞膜具有流动性的结构特点,故 A 正确;被细胞膜包裹的纳米颗粒在生物体内的运输没有定向性,与靶细胞的结合依赖于细胞膜上的特定蛋白质的识别作用,故 B 错误;细胞膜上的特定蛋白能与特定组织或细胞结合,实现药物靶向递送,故 C 正确;用患者的细胞膜制备 CMCDDS 递送药物,由于包裹纳米颗粒的细胞膜上有患者体内的蛋白质,因此能降低免疫系统的识别和攻击,故 D 正确。

3. 答案:D

解析:根据题意,原发性主动运输和继发性主动运输均是逆浓度梯度跨膜,故 A 错误;葡萄糖运入小肠上皮细胞是继发性主动运输,运出小肠上皮细胞是协助扩散,故 B 错误; Na^+ —葡萄糖协同转运蛋白能转运 Na^+ 和葡萄糖两种物质,该转运蛋白能够与特定的分子或离子结合,不能与其他分子或离子结合,因此具有特异性,故 C 错误;抑制 Na^+ — K^+ 泵的功能会使得运出小肠上皮细胞的 Na^+ 减少,导致 Na^+ 运入也会减少,葡萄糖运入小肠上皮细胞的量也会减少,故 D 正确。

4. 答案:C

解析:据图分析可知,CA 在 Mg^{2+} 的辅助下,参与了 ADP 和 ATP 之间的磷酸基团转移,生成 AMP 和 ATP,故 A 正确;CA 具有催化作用,是一种酶,酶在化学反应前后空间结构不会发生改变,故 B 正确;结合题干和图示分析可知, Mg^{2+} 是反应的触发条件, Mg^{2+} 作为无机盐离子不能为图中 ATP 的合成提供能量,图中合成 ATP 所需的能量是由其中一个 ADP 水解提供,故 C 错误;由于反应具有可逆性,添加过量的 AMP 会使反应向生成 ADP 的方向进行,导致 ADP 的含量升高,故 D 正确。

5. 答案:B

解析:植物主要利用的是可见光(尤其是蓝光和红光)进行光合作用,远红光(红外光)通常不被植物的光合色素有效吸收,因此不能为光合作用提供光能,故 A 错误;正常光照下,远红光补充后,在 14 天、28 天、42 天下检测,大豆干重都出现增加,故 B 正确;“低光照+远红光”组在 14 天—42 天中干重一直在缓慢增加,故大豆的光合速率会高于呼吸速率,故 C 错误;数据显示,相同时间内的不同光照下大豆株高与光合作用强度有的呈正相关,有的成负相关,故 D 错误。

6. 答案:A

解析:①水熊虫的超强自我修复能力,说明水熊虫细胞分裂旺盛,但水熊虫细胞寿命短,这一事实支持“复制性衰老”;②体外培养成纤维细胞,经多次分裂后,细胞出现增殖减慢、生长停滞、丧失分化能力等现象,这一事实支持复制性衰老;③HeLa 细胞的分裂次数无限,虽然在分裂过程中积累了非端粒的 DNA 损伤,但细胞并没有因为分裂次数的增加导致衰老,这一事实反驳了“复制性衰老”;④紫外线是加速细胞衰老的外因,在紫外线的刺激下,会通过破坏皮肤中的胶原蛋白和弹性纤维导致皮肤失去弹性和紧致度,加速细胞衰老,这一事实支持“应激性衰老”。

7. 答案:B

解析:根据题意和图①、②、③、④可知,A/a,B/b 这两对等位基因位于两对同源染色体上,若为分裂过程①,得到的次级卵母细胞为 AABb 和 aabb(或 AAbb 和 aaBB);若为分裂过程②,得到的次级卵母细胞为 AABb 和 aaBb;若为分裂过程③,得到的次级卵母细胞为 AAB 和 aaBbb(或 AAb 和 aaBBb);若为分裂过程④,当互换的片段恰好是 B 和 b 时,得到的次级卵母细胞为 AABb 和 aabb(或 AAbb 和 aaBB),当互换的片段不是 B 和 b 时,得到的是 AABb 和 aaBb。综上可知,基因型为 AAaaBBbb 的女性初级卵母细胞,经过减数分裂形成基因型为 AABb 的次级卵母细胞,该细胞最有可能历经的分裂过程是②,故 B 正确。

8. 答案:D

解析:根据题意,控制 O 型血的基因型有 $eeI^A I^A$ 、 $eeI^A i$ 、 $eeI^B I^B$ 、 $eeI^B i$ 、 $eeI^A I^B$ 、 $eeii$ 、 $EEii$ 、 $Eeii$,共 8 种,故 A 错误;图 2 中,由于丙为罕见孟买型 O 型血,推出甲的基因型为 $EeI^A i$,其中 I^A 基因只能来自于父亲,故父亲可能是 A 型血,也可能是 AB 型血,乙母亲的基因型为 $E_I^A i$,故 B 错误;根据题意,甲的基因型 $EeI^A i$,乙的基因型为 $EeI^A I^B$,因此生一个 A 型血孩子的概率为 $3/8$,故 C 错误;若父母均为 O 型血,根据 O 型血的基因组成,子女不可能是 AB 型血,故 D 正确。

9. 答案:C

解析:根据子链的合成情况,DNA 聚合酶的移动方向是从左到右,故 A 正确;单链结合蛋白能破坏 DNA 单链上形成的“发夹”结构,而发卡结构是通过碱基互补配对形成,因此单链结合蛋

白能破坏碱基之间的氢键,故 B 正确;根据题意,发夹结构是小区域碱基互补配对形成的,因此不同的“发卡”结构都遵循碱基互补配对原则,都有 $A=T$ 、 $C=G$,所以,嘌呤碱基($A+G$)均占 50%,故 C 错误;图中 DNA 复制中存在 DNA 聚合酶与 DNA,单链结合蛋白与 DNA 两种核酸蛋白复合物,故 D 正确。

10. 答案:C

解析: γ -珠蛋白基因因甲基化抑制了基因的表达,甲基化不改变碱基序列,故 A 错误; β -珠蛋白与 γ -珠蛋白基因是所有的细胞都含有的基因,故 B 错误;镰状细胞贫血是一种遗传病,是由 β -珠蛋白基因突变引起的。这种基因突变可以通过生殖细胞遗传给下一代,故 C 正确;基因的选择性表达是在个体发育过程中,不同种类的细胞中遗传信息的表达情况不同,药物 X 激活已关闭的基因不属于基因的选择性表达,而是通过药物改变了基因的表达状态,故 D 错误。

11. 答案:C

解析:紫外线引起的基因突变发生在任何时期,不分裂的细胞和分裂细胞均有可能,故 A 错误;根据碱基互补配对原则,DNA 片段中含腺嘌呤数量越高,则胸腺嘧啶数量越多,变异概率越高,故 B 错误;DNA 损伤后,DNA 复制和转录受阻,因此引物的合成将停止在二聚体处,故 C 正确;据图分析可知,紫外线引起的基因突变并没有改变 DNA 上的碱基数目,只改变了结构和存在状态,故 D 错误。

12. 答案:A

解析:在一定的空间范围内,同种生物的所有个体形成的一个整体成为一个种群,不同地域的洞穴盲鱼不属于同一个种群,故 A 正确;化石为生物进化的研究提供最直接的证据,故 B 错误;不同地域的洞穴盲鱼由于存在地理隔离,但不一定产生了生殖隔离,故 C 错误;可遗传变异来源于突变和基因重组,而突变和基因重组是随机的、不定向的;在自然选择的作用下,种群的基因频率会发生定向改变,故 D 错误。

13. 答案:A

解析:根据题干信息,该培养基中菌落连成一片,无法计数,是因为该过程形成的菌落数量多。从稀释度与菌落数量的关系分析: 10^{-3} 稀释液的稀释度较低,导致单位体积内的细菌数量较多,形成的菌落数多;而 10^{-4} 稀释液的稀释度较高,单位体积内的细菌数量相对较少,形成的菌落数少。从培养基类型与菌落数量的关系分析:牛肉膏蛋白胨固体培养基作为一种营养丰富的通用培养基,能够支持多种细菌的快速生长和繁殖,形成大量菌落;以尿素为唯一氮源的固体培养基上只允许分解尿素细菌在生长,相比牛肉膏蛋白胨固体培养基者,形成的菌落数较少。综合考量,最契合这一现象的是选项 A,即稀释液与牛肉膏蛋白胨固体培养基的组合。

14. 答案:A

解析:玉米籽粒主要含淀粉、非粮原料(秸秆、玉米芯)主要含纤维素和果胶,淀粉酶、果胶酶和纤维素酶等酶制剂可以帮助分解玉米原料为葡萄糖,以利于后续发酵过程的进行,故 A 正确;发酵过程利用的菌种是大肠杆菌(一种细菌),大肠杆菌适宜在有氧、pH 中性或接近中性的条件下培养,故 B 错误;根据题意,戊二胺因不能排出大肠杆菌而对其有毒害作用,所以可能需要通过基因工程改造大肠杆菌,使其能够耐受或排出戊二胺,仅定期更换培养液不能解决戊二胺对大肠杆菌的毒害作用,故 C 错误;根据题意,发酵产品是大肠杆菌的代谢产物,不是大肠杆菌细胞本身,所以需根据戊二胺的性质采取适当的提取、分离和纯化措施来获得戊二胺,故 D 错误。

15. 答案:D

解析:NAA 是一种不含氮元素的生长素类调节剂,其主要功能是通过调节植物细胞生理活动来促进细胞分裂与伸长,而非作为氮源,故 A 错误。分析表格可知,诱导种子形成原球茎的过程中,原球茎呈现绿色,这表明有叶绿素的存在,而叶绿素的合成和光合作用的进行需要光照,故 B 错误。分析表中数据可知,0.3 mg/L 的 NAA 浓度虽然原球茎生长旺盛,但后期部分原球茎出现了半透明状,这表明该浓度不是最理想的状态,故 C 错误。表格中的数据只显示了不同 NAA 浓度对原球茎形成的影响,而没有提供没有马铃薯泥的对照组数据,因此本实验不能说明 10 g/L 马铃薯泥是否促进原球茎形成,故 D 正确。

16. 答案:B

解析:由图 1 判断 Cre 酶删除或倒置位于两个 Loxp 序列间的基因时,需识别相应的序列,所以 Gene 两端需含有两个相同的碱基序列,故 A 正确;要通过 Cre 酶删除 RFP 基因,根据图 1 可知,RFP 基因两端的 Loxp 序列方向应该相同,故 B 错误;RFP 基因可表达出红色荧光蛋白,根据红色荧光蛋白表达情况可筛选出 TK 基因被替换为红色荧光基因的病毒,故 C 正确;限制酶能对 DNA 特定位点进行切割,DNA 连接酶能连接粘性末端和平末端,Cre 酶在处理重组基因片段时具有限制酶和 DNA 连接酶的功能,故 D 正确。

二、非选择题(共 52 分)

17. 解析:(1)正常情况下,溶酶体内的 pH 为 4.6 左右。从图中可以看出,氨进入溶酶体后会与 H^+ 结合形成 NH_4^+ 。由于 H^+ 被消耗,溶酶体内的 H^+ 浓度降低,pH 会升高。溶酶体中的酶需要在 pH 为 4.6 左右的环境下才能正常发挥作用,pH 升高会导致溶酶体内水解酶的活性降低,或使溶酶体膜结构的完整性被破坏,引起溶酶体功能受损。

(2)溶酶体受损后,细胞质中的氨会返流回线粒体。过多的氨进入线粒体可能会影响线粒体中酶的活性,干扰线粒体的正常代谢过程,导致线粒体受损程度增加。由于溶酶体受损,无法清除受损的线粒体,使得受损线粒体数量增加。

(3)由图分析可知,若要延缓细胞衰老,从氨的来源上看,可通过抑制酶 1 的活性减少线粒体中氨的产生量,从而减少进入溶酶体的氨量,进而减轻溶酶体和线粒体的损伤,延缓细胞衰老。从氨的去路看,提高酶 2 的活性,可以使更多的氨转化为尿素排出线粒体,减少进入溶酶体的氨量,降低溶酶体和线粒体受损的风险,也有助于延缓细胞衰老。

18. 解析:(1)要探究顶部叶片与穗位叶在光合色素含量上是否存在差异,首先需要提取叶片中的色素,然后用纸层析法分离叶片中的色素。

(2)顶部叶片会对穗位叶造成一定的遮荫,去除顶部叶片后,穗位叶接受的光照强度会发生变化。因此,本研究中,影响玉米产量的环境因素主要是光照强度。

(3)由图分析可知,当去除顶部叶片数量为 2 左右时,群体光合速率(代表群体产量)达到最高值,最有利于群体玉米产量的增加。穗位叶在玉米植株中具有重要作用,其光合产物可以向各部位运输,而且其他叶片产生的光合产物也会运向穗位叶。当去除顶部叶片数量过多时,穗位叶会成为主要的光合产物输出部位,这会导致穗位叶自身积累的有机物减少,进而影响到玉米籽粒等部位的有机物输入,最终使群体产量下降。

19. 解析:(1)鸽子的性别决定方式为 ZW 型,ZZ 为雄性,ZW 为雌性。若控制鸽子羽色的基因仅位于 Z 染色体上,且绛色(R)对非绛色(r)为显性,绛色雄鸽的基因型为 $Z^R Z^R$ 、 $Z^R Z^r$ 。

要根据羽色判断子代性别,可以选择绛色雌鸽($Z^R W$)和非绛色雄鸽($Z^r Z^r$)杂交。杂交子代中,雌性鸽全部表现为非绛色($Z^r W$),雄性鸽全为绛色($Z^R Z^r$),可以通过羽色区分性别。

(2)已知鸽子群体中雄性绛色鸽多于雌性绛色鸽。若控制羽色的基因位于 ZW 同源区段,正常情况下,雌雄比例应该接近 1:1。若 W^R 配子部分致死,雌配子 W^R 与雄配子的结合几率降低,导致雌性绛色鸽减少,从而出现雄性绛色鸽多于雌性绛色鸽的现象。

(3)若控制该羽色的基因位于常染色体上,但基因型为 Rr 的个体受性别影响(在雄性中表现为绛色,在雌性中表现为非绛色),则雄性鸽:绛色(RR、Rr),非绛色(rr);雌性鸽:绛色(RR),非绛色(Rr、rr)。将雄性非绛色鸽(rr)与雌性绛色鸽(RR)杂交, F_1 基因型为 Rr(雄性鸽表现为绛色,雌性鸽表现为非绛色),所以, F_1 表型及比例为雄性绛色:雌性非绛色=1:1。

若丙同学的观点正确,将 F_1 雌雄个体相互交配,即将 F_1 中基因型为 Rr 雄性绛色鸽与基因型为 Rr 的雌性非绛色鸽相互交配,会出现 F_2 代雌性鸽中绛色(RR):非绛色(Rr、rr)=1:3,雄性鸽中绛色(RR、Rr):非绛色(rr)=3:1。

若甲同学的观点正确,即控制该羽色的基因仅位于 Z 染色体上,则将雄性非绛色鸽($Z^r Z^r$)与雌性绛色鸽($Z^R W$)杂交, F_1 雌性鸽全为非绛色($Z^r W$),雄性鸽全为绛色($Z^R Z^r$)。将 F_1 雌雄个体相互交配,即将 F_1 中雌性非绛色鸽($Z^r W$)与雄性绛色鸽($Z^R Z^r$)相互交配,得到的 F_2 中,雌性绛色($Z^R W$):非绛色($Z^r W$)=1:1;雄性绛色($Z^R Z^r$):非绛色($Z^r Z^r$)=1:1。

20. 解析:(1)超数排卵是指应用外源促性腺激素,诱发卵巢排出比自然情况下更多的成熟卵子。
- (2)聚集在胚胎一端的细胞形成内细胞团,将来发育为胎儿的各种组织;沿透明带内壁扩展和排列的细胞称为滋养层细胞,将来发育为胎膜和胎盘。所以体外构建孤雌单倍体胚胎干细胞时,最好取囊胚的内细胞团细胞。体外培养动物细胞应置于含有 95%空气和 5% CO_2 的混合气体的 CO_2 培养箱中进行培养。图中第 2 阶段,孤雌单倍体胚胎干细胞入卵后,形成雄原核的同时,卵子完成减数分裂 II,排出第二极体,形成雌原核。第 2 阶段原核形成的图中有两个极体、雌原核和雄原核,说明卵母细胞已完成了减数分裂。
- (3)卵母细胞中的“核”是纺锤体—染色体复合物。
- (4)根据题意,在正常情况下,来自父本的 Rasgrf1 基因处于不表达状态是由于表观遗传调控,而这种调控通常是通过甲基化实现的。在孤雌生殖时,为了模拟该父系印记基因的不表达状态,对 Rasgrf1 基因的最佳处理方式是进行甲基化修饰,①正确。
21. 解析:(1)多酚氧化酶(PPO)是蛋白质,合成过程需要经历基因的转录和翻译阶段。
- (2)StPOT32 基因是影响 PPO 合成的重要基因,多酚氧化酶(PPO)又是导致马铃薯褐变的关键因素。褐变受到抑制,说明 StPOT32 基因的表达受到抑制,所以 dsRNA 应该抑制 StPOT32 基因的表达。图 1 中注明 patatin 是马铃薯块茎中特异性表达的启动子,说明 patatin 能启动 StPPOi 在马铃薯块茎中特异性表达。
- (3)构建成功的 RNA 干扰载体应包含 patatin 和 StPPOi 序列。研究者使用 PCR 技术验证 RNA 干扰载体是否成功构建时,设计的引物要能扩增出 patatin 和 StPPOi 序列,所以图 2 中应选择引物②和③。
- (4)图 3 中转入 RNA 干扰载体成功的马铃薯的 PPO 酶活性低于非转基因马铃薯(野生型马铃薯),还应排除 P9286 质粒对 PPO 酶活性的影响,保证 dsRNA 干扰效果只与质粒中目的基因的表达有关,所以 B 组所用材料为转入 P9286 空载体的马铃薯。
- (5)冷诱导启动子驱动基因表达,会清除两个融合识别位点 LF 之间的序列,即清除了导入马铃薯的外源基因,可获取符合转基因生物安全的马铃薯,避免外源基因带来转基因食品安全隐患。